

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.08.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 6月27日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-185161
[ST. 10/C]: [JP2003-185161]

出 願 人
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

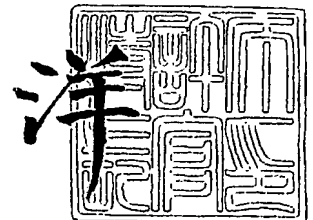
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 JPP030087
【提出日】 平成15年 6月27日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 B08B 7/00
H01L 21/302
H05H 1/04
H05H 1/18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 河南 博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 田村 登

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 土橋 和也

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマクリーニング方法および基板処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 処理容器内部を、プラズマ励起されたクリーニングガスのラジカルにより、第 1 の圧力帯でクリーニングするプラズマクリーニング方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとクリーニングガスの混合ガスを、前記第 1 の圧力帯よりも低い第 2 の圧力帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記処理容器内部の圧力を、前記第 2 の圧力帯から前記第 1 の圧力帯まで増大させる工程を含むことを特徴とするプラズマクリーニング方法。

【請求項 2】 前記クリーニングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項 1 記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 3】 前記クリーニングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 4】 前記クリーニングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 5】 前記希釈ガスは、 Ar 、 Kr 、 Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 6】 前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 7】 前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 8】 処理容器中において被処理基板表面を、プラズマ励起されたエッチングのラジカルにより、第 1 の圧力帯でエッチングする基板処理方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとエッチングガスの混合ガスを、前記第1の圧力帯よりも低い第2の圧力帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記処理容器内部の圧力を、前記第2の圧力帯から前記第1の圧力帯まで増大させる工程を含むことを特徴とする基板処理方法。

【請求項9】 前記エッチングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項8記載の基板処理方法。

【請求項10】 前記エッチングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項8または9記載の基板処理方法。

【請求項11】 前記エッチングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項8または9記載の基板処理方法。

【請求項12】 前記希釈ガスは、Ar, Kr, Xeのいずれかより選ばれることを特徴とする請求項8～11のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項13】 前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項8～12のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項14】 前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項8～12のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項15】 処理容器内部を、プラズマ励起されたクリーニングガスのラジカルにより、第1の流量帯でクリーニングするプラズマクリーニング方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとクリーニングガスの混合ガスを、前記第1の流量帯よりも低い第2の流量帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記混合ガスの流量を、前記第2の流量帯から前記第1の流量帯まで増大させる工程を含むことを特徴とするプラズマクリーニング方法。

【請求項16】 前記クリーニングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項15記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項17】 前記クリーニングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請

求項 15 または 16 記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 18】 前記クリーニングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 15 または 16 記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 19】 前記希釈ガスは、Ar, Kr, Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 15 ～ 18 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 20】 前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 15 ～ 19 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 21】 前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 15 ～ 19 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法。

【請求項 22】 処理容器中において被処理基板表面を、プラズマ励起されたエッチングのラジカルにより、第 1 の流量帯でエッチングする基板処理方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとエッチングガスの混合ガスを、前記第 1 の流量帯よりも低い第 2 の流量帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記混合ガスの流量を、前記第 2 の流量帯から前記第 1 の流量帯まで増大させる工程を含むことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 23】 前記エッチングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項 22 記載の基板処理方法。

【請求項 24】 前記エッチングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項 22 または 23 記載の基板処理方法。

【請求項 25】 前記エッチングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 22 または 23 記載の基板処理方法。

【請求項 26】 前記希釈ガスは、Ar, Kr, Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 22 ～ 25 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法

【請求項 27】 前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 22～26 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【請求項 28】 前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 22～26 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に半導体装置の製造方法に係り、特にプラズマを使ったクリーニング方法および基板処理方法に関する。

【0002】

プラズマ発生装置は半導体装置や液晶表示装置の製造において広く使われている。例えばプラズマ発生装置を使うことにより、半導体基板中に形成された不純物元素の濃度分布が変化しないような低温において成膜処理あるいはエッチング処理を実行することができる。またプラズマ発生装置は、基板処理を行った後、処理容器内部をクリーニングするのに使われている。

【0003】

【従来の技術】

図 1 は、従来の典型的な枚葉式 CVD 装置 10 の構成を示す。

【0004】

図 1 を参照するに枚葉式 CVD 装置 10 は、加熱機構（図示せず）を含み被処理基板 12A を保持するサセプタ 12 を含み、真空ポンプ 13 により遮断バルブ 13A およびコンダクタンスバルブ 13B を介して排気される処理容器 11 を含み、前記処理容器 11 中には、原料ガス供給系 15 からライン L1 およびバルブ V1 を介して原料ガスを供給されるシャワーヘッド 14 が、前記サセプタ 12 上の被処理基板 12A に対面するように設けられている。

【0005】

前記原料供給系15は原料ガス源15A～15Cを含み、前記原料ガス源15A中の原料ガスは前記ラインL1にバルブ15VAを介して、前記原料ガス源15B中の原料ガスは前記ラインL1にバルブ15VBを介して、また前記原料ガス源15C中の原料ガスは前記ラインL1にバルブ15VCを介して、供給される。

【0006】

前記ラインL1を通して供給された原料ガスは前記処理容器11中のプロセス空間に、前記シャワーヘッド14を介して放出され、前記被処理基板12Aの表面における分解反応により、前記被処理基板12の表面に所望の成膜が生じる。

【0007】

図1の枚葉式CVD装置10では、前記処理容器11には、図示を省略したゲートバルブ構造が前記被処理基板12Aの出し入れのために設けられており、前記ゲートバルブ構造は基板搬送室に結合されている。前記枚葉式CVD装置10は、前記基板搬送室に結合された他の処理装置と共に、枚葉式基板処理システムを構成する。

【0008】

このような枚葉式処理システムを構成する枚葉式CVD装置10では、成膜処理の際に基板温度をサセプタ12中に形成した加熱装置により制御しており、処理容器10の壁面は、比較的低い、例えば室温～150℃程度の温度に保持される（コールドウォール）。

【0009】

このようなコールドウォール型のCVD装置では、被処理基板12A上への成膜時に処理容器11の内壁面あるいはサセプタ側壁面への反応生成物の堆積が生じるのが避けられず、このため一又は複数の被処理基板の成膜処理が終了すると、前記処理容器11内部にエッチング性のクリーニングガスを流し、堆積物を除去するクリーニング工程が行われる。

【0010】

このため、図1のCVD装置では、前記処理容器11の外部に、エッチングガ

ス源 16 A および プラズマガス (希釈ガス) 源 16 B、さらにリモートプラズマ源 16 C よりなる クリーニングモジュール 16 を設け、前記リモートプラズマ源 16 C により形成された反応性の高いエッチングガスをライン L 2 およびバルブ 16 V_C を解して前記処理容器 11 内部のプロセス空間へと供給するようにしている。このようにプラズマ源を処理容器 11 の外部に設けることにより、高エネルギーのプラズマによる処理容器 11 内壁の損傷が回避され、安定なクリーニングを行うことが可能になる。またプラズマ中に形成されるイオンはリモートプラズマ源 16 C から処理容器 11 へ輸送される途中に電子と再結合するため、図 1 の構成では反応を促進するラジカルのみが処理容器 11 中に供給される。

【0011】

なお図 1 において前記エッチングガス源 16 A は NF_3 などのフッ素系エッチングガスをクリーニングガスとして、前記リモートプラズマ源 16 C にバルブ 16 V_A を介して供給し、また前記プラズマガス源 16 B は Ar などの希ガスを前記リモートプラズマ源 16 C に、バルブ 16 V_B を介して供給する。

【0012】

なお、前記フッ素系クリーニングガスとしては NF_3 などハロゲン化合物が一般に使われるが、他に CH_3COOH など、非ハロゲン化合物を使うことも可能である。また前記プラズマガス源 16 B からの希釈ガスとしては Ar 以外に He 、 Ne 、 Kr 、 Xe などが使われることもあり、さらに前記希釈ガスとして、希ガス以外に H_2O 、 O_2 、 H_2 、 N_2 、 C_2F_6 などを使うことも可能である。

【0013】

このようなりモートプラズマ源 16 C としては、従来、図 2 (A) に示す誘導結合 (ICP) 型プラズマ発生装置 20、図 2 (B) に示す電子サイクロトロン共鳴 (ECR) 型プラズマ発生装置 30、図 2 (C) に示すヘリコン波励起型プラズマ発生装置 40、図 2 (D) に示すマイクロ波共振器型プラズマ発生装置 50、図 2 (E) に示すトロイダル型プラズマ発生装置 60 などが知られている。また処理容器 11 の内部に設けられるプラズマ源として、図 3 に示す平行平板 (CCP) 型プラズマ発生装置 70 が使われている。

【0014】

図2 (A) のICP型プラズマ発生装置20では、内部でプラズマが発生されるプラズマ容器21の周囲に高周波コイル22を巻回し、これを高周波電源23により駆動することで、前記プラズマ容器内にプラズマを形成する。

【0015】

さらに図2 (B) のECR型プラズマ発生装置30では、内部でプラズマが発生されるプラズマ容器31内部の空間に、前記プラズマ容器31の周囲に磁石32を配置することにより磁界を印加し、さらにこの状態で前記容器31内部のガスにマイクロ波電源33からマイクロ波を供給することにより、前記容器31内部のガスに電子サイクロトロン共鳴を誘起する。

【0016】

図2 (C) のヘリコン波型プラズマ発生装置40では、内部でプラズマが発生されるプラズマ容器41に磁石44が近接して設けられ、さらに前記プラズマ容器41に近接してループアンテナ42が設けられる。このループアンテナを高周波電源43からの高周波電力で駆動し、前記プラズマ容器41内にヘリコン波を伝播させることにより、高密度プラズマを形成する。

【0017】

図2 (D) のマイクロ波共振器型プラズマ発生装置50では、内部でプラズマが形成されるプラズマ容器51がマイクロ波共振器を形成し、このマイクロ波共振器にマイクロ波電源52からのマイクロ波を電界により駆動することにより、プラズマを形成する。

【0018】

図2 (E) のトロイダル型プラズマ発生装置60では、ガス入口61Aとガス出口61Bとを設けられた循環的なガス通路61が設けられており、前記ガス通路61の外側には、高周波コイル62が巻回されている。

【0019】

そこで前記ガス入口61Aに導入されたArなどの希ガスは、前記循環ガス通路61中を周回するが、その際に前記高周波コイル62をマイクロ波により駆動することにより、前記希ガス中にプラズマを誘起する。このようにして誘起されたプラズマが前記ガス通路61中を高速で周回するにつれて前記ガス通路61中

には周回的な電流路が形成され、さらに前記高周波コイルが形成する磁力線がかかる電流路に一致した経路に絞り込まれる。このように磁力線がガス通路 61 に沿って絞り込まれるとプラズマ中の電子やイオンが前記磁力線経路に一致する電流路に絞り込まれ、前記電流路中の電流密度がさらに増大するが、このような電流密度の増大は前記磁力線経路へのさらなる磁力線の絞り込みを生じる。

【0020】

図2 (E)のトロイダル型のプラズマ発生装置 60では、このように高密度プラズマは前記循環ガス通路 61 を画成する壁面から離れた位置に形成されるため、特に高エネルギーに加速された電子による壁面のスパッタが少なく、汚染の少ないプラズマの形成が可能になる。またこのような汚染の少ないプラズマは安定に維持される。

【0021】

さらに図3のCCP型プラズマ発生装置 70では、内部でプラズマが発生されるプラズマ容器 71内に一对の平行平板電極 71A, 71Bを配置しており、これを高周波電源 72により駆動することで、前記電極間にプラズマを形成する。すなわち図2 (F)のプラズマ発生装置 70はそれ自体がプラズマ処理装置を構成し、前記プラズマ容器 71が処理容器として使われる。この場合、前記下部電極 71Bがサセプタとなり、この上に被処理基板が載置される。

【0022】

【特許文献1】 米国特許 6374831号公報

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来より半導体装置の製造工程においては様々なプラズマ発生装置が使われているが、特にプラズマクリーニング工程やプラズマエッチング工程では、反応性の高いF（フッ素）やCl（塩素）など、ハロゲンを含む化合物がクリーニングガスあるいはエッチングガスとして使われ、従ってこれらのガスをプラズマ中に導入して励起する必要がある。その際、処理容器中に導入されるクリーニングガスあるいはエッチングガスの濃度ないし分圧が高ければ高いほど、効率的な処理が可能になる。

【0024】

一方、このようなハロゲンは電気陰性度が大きく、従って、プラズマクリーニングガスあるいはプラズマエッチングガスとして使われるハロゲン化合物は、プラズマ励起が困難な、あるいはプラズマを励起および維持するのに高いパワーを必要とする一般的な特徴を有している。

【0025】

特に図2(E)に示すトロイダル型のプラズマ発生装置では、 NF_3 など、ハロゲンを含むガスをわずかでも導入するとプラズマの着火が生じなくなるため、プラズマ着火時には前記ガス通路71中に導入されるクリーニングガスをパージし、前記ガス通路71中に電離電圧の低いArなどの希ガス100%の雰囲気を形成していた。この場合、プラズマが着火した後、プラズマを維持しながらプラズマ発生装置に供給されるガスの組成を変化させ、所望の濃度までクリーニングガスの濃度を増大させていた。

【0026】

しかし、このようにプラズマクリーニングプロセスあるいはプラズマエッチングプロセスにおいて、特に図1に示すような枚葉式の基板処理装置を使う場合には、枚葉処理に伴って頻繁にプラズマ着火を行う必要があり、そのたびに長時間パージを行うと、基板処理のスループットが低下する問題が生じていた。特に最近の超微細化半導体装置の製造工程では、1枚の基板を処理するたびに処理容器内部を初期化するためにプラズマクリーニング工程を行うのが望ましいが、このように基板を1枚処理するたびにプラズマクリーニング工程を行うと、基板1枚ごとに着火工程が必要になり、そのたびにパージを行った場合には基板処理スループットは著しく低下してしまう。

【0027】

また従来、ハロゲン系クリーニングガスをプラズマ発生装置に供給した状態でプラズマを着火しようとする、いずれの形式のプラズマ発生装置であっても、先に述べたようにプラズマ着火が困難になるため、高い駆動電圧を印加せざるを得ないが、このように高い駆動電圧を印加していると、プラズマが着火した瞬間にコイルや電極を含む駆動系のインピーダンスが大きく変化し、オーバーシュア

トした駆動電圧が前記駆動系や高周波電源を破損させる恐れがある。

【0028】

そこで本発明は上記の問題点を解決した、新規で有用なプラズマクリーニング方法を提供することを概括的課題とする。

【0029】

本発明のより具体的な課題は、低電圧においてプラズマを着火でき、もって高電圧による電源やコイル、電極などの損傷を回避できるプラズマクリーニング方法を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、

請求項1に記載したように、

処理容器内部を、プラズマ励起されたクリーニングガスのラジカルにより、第1の圧力帯でクリーニングするプラズマクリーニング方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとクリーニングガスの混合ガスを、前記第1の圧力帯よりも低い第2の圧力帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記処理容器内部の圧力を、前記第2の圧力帯から前記第1の圧力帯まで増大させる工程を含むことを特徴とするプラズマクリーニング方法により、

請求項2に記載したように、

前記クリーニングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項1記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項3に記載したように、

前記クリーニングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項1または2記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項4に記載したように、

前記クリーニングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項1または2記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項5に記載したように、

前記希釈ガスは、 Ar 、 Kr 、 Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする

請求項 1～4 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、
請求項 6 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 1～5 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 7 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 1～5 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 8 に記載したように、

処理容器中において被処理基板表面を、プラズマ励起されたエッチングのラジカルにより、第 1 の圧力帯でエッチングする基板処理方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとエッチングガスの混合ガスを、前記第 1 の圧力帯よりも低い第 2 の圧力帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記処理容器内部の圧力を、前記第 2 の圧力帯から前記第 1 の圧力帯まで増大させる工程を含むことを特徴とする基板処理方法により、

請求項 9 に記載したように、

前記エッチングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項 8 記載の基板処理方法により、

請求項 10 に記載したように、

前記エッチングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項 8 または 9 記載の基板処理方法により、

請求項 11 に記載したように、

前記エッチングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 8 または 9 記載の基板処理方法により、

請求項 12 に記載したように、

前記希釈ガスは、 Ar 、 Kr 、 Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 8～11 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、

請求項 13 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 8～12 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、

請求項 14 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 8～12 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、

請求項 15 に記載したように、

処理容器内部を、プラズマ励起されたクリーニングガスのラジカルにより、第 1 の圧力帯でクリーニングするプラズマクリーニング方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとクリーニングガスの混合ガスを、前記第 1 の流量帯よりも低い第 2 の流量帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記混合ガスの流量を、前記第 2 の流量帯から前記第 1 の流量帯まで増大させる工程を含むことを特徴とするプラズマクリーニング方法により、

請求項 16 に記載したように、

前記クリーニングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項 15 記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 17 に記載したように、

前記クリーニングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項 15 または 16 記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 18 に記載したように、

前記クリーニングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 15 または 16 記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 19 に記載したように、

前記希釈ガスは、Ar, Kr, Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 15～18 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 20 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴とする請求項 15～19 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 21 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 15～19 のうち、いずれか一項記載のプラズマクリーニング方法により、

請求項 22 に記載したように、

処理容器中において被処理基板表面を、プラズマ励起されたエッチングのラジカルにより、第 1 の流量帯でエッチングする基板処理方法であって、

プラズマ発生装置に希釈ガスとエッチングガスの混合ガスを、前記第 1 の流量帯よりも低い第 2 の流量帯で導入し、プラズマを着火する工程と、

前記混合ガスの流量を、前記第 2 の流量帯から前記第 1 の流量帯まで増大させる工程を含むことを特徴とする基板処理方法により、

請求項 23 に記載したように、

前記エッチングガスはハロゲン化合物を含むことを特徴とする請求項 22 記載の基板処理方法により、

請求項 24 に記載したように、

前記エッチングガスは NF_3 を含むことを特徴とする請求項 22 または 23 記載の基板処理方法により、

請求項 25 に記載したように、

前記エッチングガスは F_2 を含むことを特徴とする請求項 22 または 23 記載の基板処理方法により、

請求項 26 に記載したように、

前記希釈ガスは、Ar, Kr, Xe のいずれかより選ばれることを特徴とする請求項 22～25 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、

請求項 27 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、トロイダル型プラズマ発生装置であることを特徴と

する請求項 22～26 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、
請求項 28 に記載したように、

前記プラズマ発生装置は、平行平板型プラズマ発生装置、誘導結合型プラズマ発生装置、ECR 型プラズマ発生装置、ヘリコン波型プラズマ発生装置、マイクロ波共振器型プラズマ発生装置のいずれかであることを特徴とする請求項 22～26 のうち、いずれか一項記載の基板処理方法により、解決する。

【0031】

本発明によれば、プラズマ着火工程を通常のプロセス圧よりも低い圧力で実行することにより、プラズマ着火を低い電圧で行うことが可能になる。これに伴い、プラズマが着火した瞬間にインピーダンス変化が生じても、プラズマ発生装置を破損させるような大きな印加電圧のオーバーシュートの発生が回避される。

【0032】

【発明の実施の形態】

このように従来のプラズマ発生装置では、プラズマの着火の際、ハロゲン化合物を含むクリーニングガスあるいはエッチングガスを供給するとプラズマ着火が困難になり、あるいはプラズマ着火に高い電圧を印加する必要があるなどの問題が生じていた。

【0033】

これに対し本発明の発明者は、減圧環境下においては電子の平均自由行程が長くなることに着目し、通常のクリーニングやエッチングに使われるよりも低圧の減圧環境下において高周波電界を印加した場合、電子が電界により大きく加速される結果、大きなエネルギーを獲得するであろうこと、およびこのように電子が大きなエネルギーを有する場合、Ar ガス中に NF₃ など、電気陰性度の高いハロゲン化合物を含むガスが添加されていても、低い駆動電圧でプラズマが着火する可能性があることを着想するに至った。

【0034】

そこで本発明の発明者は、本発明の基礎となる研究において、図 2 (E) に示すトロイダル型のプラズマ発生装置 60 (ASTRONi, MKS 製、米国特許第 6150628 号公報) を使い、このガス通路 61 中に Ar/NF₃ 混合ガス

を供給し、前記 Ar/NF_3 混合ガス中における NF_3 濃度を様々に変化させ、さらに全圧を様々に変化させながらプラズマ着火条件を探索する実験を行った。図 4 は、かかる探索の結果を示す。

【0035】

図 4 を参照するに、●はプラズマ着火が生じなかった点を示しており、前記 NF_3 濃度が 2.5 % 以上では、実験したいずれの圧力においてもプラズマ着火は生じなかったが、 NF_3 濃度を 1.7 % とした場合、図中に○で示すように、全圧を 69 Pa (520 Torr) まで低減した場合にプラズマ着火が生じることを見出した。ただし図 3 の実験では、前記 Ar/NF_3 混合ガスの全流量を 500 SCCM としており、1.7 kW の高周波電力を印加している。

【0036】

そこで、図 2 (E) のトロイダル型プラズマ発生装置 60 について、このようにして発見された着火点を出発点として、前記 Ar/NF_3 混合ガスの全圧、流量および前記混合ガス中における NF_3 濃度を様々に変化させてプラズマ着火点を探索したところ、図 5 に示すような結果を得た。ただし図 5 の実験では、周波数が 400 kHz の高周波を、1500 W のパワーで供給している。

【0037】

図 5 を参照するに、縦軸は前記 Ar/NF_3 混合ガス中における NF_3 の濃度 ($=\text{NF}_3/(\text{Ar}+\text{NF}_3)$) を、横軸は前記ガス通路 21 中の全圧を示しており、影を付した範囲がプラズマの着火が可能であった条件を示している。

【0038】

すなわち前記ガス通路 21 中の全圧が減少するにつれてプラズマ着火が可能な NF_3 濃度範囲が増大し、また前記 Ar/NF_3 混合ガスの全流量が減少するにつれてプラズマ着火が可能な NF_3 濃度範囲が増大するのがわかる。

【0039】

一方、前記ガス通路 21 中の全圧が低くなりすぎると、加速された電子が Ar 原子あるいは NF_3 分子に衝突する確率が低減し、プラズマの着火は困難になる。

【0040】

図5より、プラズマ着火時における前記ガス通路61中の全圧を66.5Pa (0.5 Torr) 以下、好ましくは6.65Pa (0.05 Torr) 以下に減少させることにより、NF₃を5%以上含むAr/NF₃混合ガス中においてプラズマ着火が可能であり、特にAr/NF₃混合ガス中におけるNF₃の濃度が45%に達しても、プラズマ着火が可能な場合があることがわかる。

【0041】

また図5は、プラズマ着火時に前記トロイダル型プラズマ発生装置に供給されるAr/NF₃混合ガスの流量を低減させることにより、プラズマ着火が生じるNF₃濃度範囲が増大する傾向を示している。例えば前記Ar/NF₃混合ガスのガス流量が80SCCMの場合、プラズマ着火は生じるが、プラズマ着火が生じるNF₃濃度範囲あるいは圧力範囲は限られているのに対し、前記ガス流量を20SCCM, 5SCCM, 3SCCMと減少させるにつれて、プラズマ着火が生じるNF₃濃度範囲および圧力範囲は拡大するのがわかる。なお、プラズマ着火は前記Ar/NF₃混合ガスのガス流量が100SCCM以下であれば、前記混合ガスが5%程度のNF₃を含んでいても、生じることが確認されている。

【0042】

同様な関係は、Ar/F₂混合ガスを使った場合にも確認されている。

【0043】

図6は、図2(E)のトロイダル型プラズマ発生装置60にAr/F₂混合ガスを供給した場合のプラズマ着火可能領域を示している。ただし図6では前記Ar/F₂混合ガスの全ガス流量を100SCCMに設定し、周波数が400kHzの高周波プラズマを1300Wのパワーで供給している。

【0044】

図6を参照するに、全ガス流量を100SCCMに設定した場合、プラズマはF₂ガスを添加しない場合には6.65~79.8Pa (0.05~0.6 Torr) の圧力範囲において着火するのに対し、前記Ar/F₂混合ガスがF₂を5%含む場合には、プラズマが着火する圧力範囲は、6.65~66.5Pa (0.05~0.5 Torr) まで減少するのがわかる。

【0045】

前記 Ar/F₂混合ガス中の F₂濃度をさらに増大させた場合、プラズマが着火可能な圧力範囲はさらに減少するが、約 45% の F₂濃度までは約 16.0 Pa (0.12 Torr) の圧力においてプラズマが着火可能であることがわかる。

【0046】

図7は、図4、5の結果に対応した、図2(E)のトロイダル型プラズマ発生装置60におけるプラズマ着火電圧と全圧との関係を示す。

【0047】

図7を参照するに、図示の例は前記 Ar/NF₃混合ガス中に NF₃が5%含まれている場合についてのものであるが、プラズマ着火電圧は全圧の減少およびこれに伴う電子の平均自由行程の増大に伴って低下し、図4の○で示した着火点に略対応する圧力において最小になる。これよりも圧力が低下すると電子と原子あるいはガス分子との衝突確率が減少する結果、プラズマ着火電圧は急激に上昇する。

【0048】

図7の関係からは、前記混合ガスの全圧が非常に高い場合あるいは非常に低い場合であっても、前記混合ガスに対して図7の曲線を超える十分な電圧を与えればプラズマを着火することが可能であることがわかるが、このような高い電圧を印加した場合、先にも説明したように、プラズマ着火の瞬間に系のインピーダンスが急減し、これに伴う大きな電圧オーバーシュートが高周波電源やコイル、電極などを破損させる恐れがある。

【0049】

図7の関係、すなわちプラズマ着火電圧は低圧側において減少し、ある最小値に対応する圧力を過ぎると急増する傾向は、トロイダル型のプラズマ発生装置に限らず、図2(A)～(E)あるいは図3に示すプラズマ発生装置20～70において、希ガスの種類およびハロゲン含有エッチングガスあるいはクリーニングガスの種類によらず普遍的に成立する傾向であると考えられる。

【0050】

そこで本発明は、ハロゲン化合物を含むガスを使って処理容器内部をプラズマクリーニングする際に、あるいはハロゲン化合物を含むガスを使って被処理基板

表面をプラズマエッチングする際に、希ガスと前記ハロゲン化合物を含むガスの混合ガスに、図7に示す着火電圧が最小となる条件あるいはその近傍の条件を使ってプラズマを着火する。本発明ではプラズマの着火が低電圧で生じるため、プラズマ発生装置の電極やコイルに高電圧が印加されることがなく、プラズマ着火に伴って瞬間的に大きなインピーダンスが変化が生じて、高周波電源や電極、コイルなどが破損することがない。

【0051】

一方、先にも説明したように、プラズマクリーニングあるいはプラズマエッチングでは、 NF_3 や F_2 などクリーニング／エッチングガスの濃度あるいは分圧は高ければ高いほど、プロセスの効率が向上する。勿論、図5あるいは図6の着火領域内においてもプラズマが着火すれば、プラズマ中に前記クリーニング／エッチングガスが含まれるため、クリーニング工程やエッチング工程は開始されるが、クリーニング／エッチングガスの濃度が不十分であるため、十分な効率は達成できない。

【0052】

そこで、本発明では、以下の実施例に説明するように、プラズマが着火した後、前記希ガスとクリーニング／エッチングガスの混合ガスの全圧を、所望のプロセス圧まで徐々に増大させる。

【0053】

図8は、上記の結果に基づいた本発明の一実施例によるクリーニングあるいはエッチングプロセスで使われるガスおよびRFパワーの供給シーケンスを示す。

【0054】

図8を参照するに、本実施例においては最初に少量のArガスおよび NF_3 ガスを図2(A)～(E)あるいは図3のいずれかのプラズマ発生装置に供給し、図7の最小着火電圧に略対応した全圧P1下においてRFパワーを供給し、プラズマを着火させる。

【0055】

プラズマが着火した後、前記Arガスおよび NF_3 ガスの流量は徐々に増大され、所定のプロセス圧P2に達したところで所望のクリーニングあるいはエッチ

ングプロセスを実行した後、RF パワーを遮断する。

【0056】

図9は、プラズマ発生装置として図2 (E) のトロイダル型装置60を、図1のCVD装置10においてリモートプラズマ源16Cとして使った場合について、図8の圧力P1から圧力P2まで、前記プラズマ発生装置60に供給されるAr/NF₃混合ガスの流量と図1のCVD装置10におけるコンダクタンスバルブ13Bとを制御して、前記ガス通路61中の全圧、従って前記処理容器11中の内圧を変化させた例を示す。

【0057】

図9の例では、図8の圧力P1に対応する着火ポイント(1)から実際のクリーニングプロセスが行われる図8の圧力P2に対応するプロセスポイント(2)まで、前記Ar/NF₃混合ガスの全圧および流量を様々な経路で変化されており、ポイント(1)からポイント(2)までプラズマが維持されるかどうかを検証されている。ただしこの実験では図1のCVD装置10において前記バルブ16Vcは全開されており、前記リモートプラズマ源16Cとして使われる図2 (E) のトロイダル型プラズマ発生装置60のガス通路61における圧力と前記処理容器11内部に圧力は実質的に等しくなっている。

【0058】

図9の実験では、着火ポイント(1)における全圧P1を約11Pa (0.08 Torr) に、また前記Ar/NF₃混合ガスの全流量を3SCCMに設定し、プロセスポイント(2)における全圧P2を1330Pa (10Torr) に、また前記Ar/NF₃混合ガスの全流量を3SLMに設定している。

【0059】

図9を参照するに、経路Aでは前記着火ポイント(1)から前記約11Pa (0.08 Torr) の圧力を維持したままガス流量を増加させ、ポイント(4)に到達する。すなわちポイント(1)からポイント(4)までは、図1のCVD装置10において前記処理容器11中の圧力が、前記Ar/NF₃混合ガスの流量が増大しても一定に維持されるように、排気系のコンダクタンスバルブ13Bを徐々に開いており、前記ポイント(4)においては前記コンダクタンスバルブ13Bは全開

状態になっている。このように、前記ポイント(4)は前記コンダクタンスバルブ 13 B およびこれに協働する真空ポンプ 13 の能力により決定される。

【0060】

この状態で前記 Ar/NF_3 混合ガスの流量を前記プロセスポイント(2)に対応した所定のプロセス流量まで徐々に増大させると前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の全圧は増大し、ポイント(5)に到達する。この時点から前記 Ar/NF_3 混合ガス流量を一定に保持したまま、前記コンダクタンスバルブ 13 B を徐々に閉じることにより、前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の圧力は前記プロセスポイント(2)まで徐々に増大する。

【0061】

一方図 9 の経路 B では、前記 Ar/NF_3 混合ガス流量を一定に保持したまま前記コンダクタンスバルブ 13 B を徐々に閉じることにより前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の全圧は徐々に増大し、全閉状態において前記ポイント(6)に到達する。すなわち前記ポイント(6)は前記コンダクタンスバルブ 13 B の全閉状態におけるガスリーク量および真空ポンプ 13 の能力により決定される。

【0062】

前記経路 B では前記ポイント(6)から、前記コンダクタンスバルブ 13 B を全閉状態に保持したまま前記 Ar/NF_3 混合ガスの流量を増大させることにより、前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の全圧は徐々に増大し、前記プロセスポイント(2)のプロセス圧に対応したポイント(7)に到達する。さらに前記ポイント(7)から Ar/NF_3 混合ガスの流量を前記プロセスポイント(2)まで徐々に増大させる。その際、前記コンダクタンスバルブ 13 B を徐々に閉じることにより、前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の全圧を前記プロセス圧に維持する。

【0063】

さらに図 9 の経路 C では、前記着火ポイント(1)でプラズマを着火させた後、前記コンダクタンスバルブ 13 B の開度を保持したまま前記 Ar/NF_3 混合ガスの流量を所定のプロセス流量に対応したポイント(3)まで増加させ、さらにそ

の後前記コンダクタンスバルブ 13B を徐々に絞ることにより、前記プロセスポイント(2)まで前記処理容器 11 内部の圧力、従って前記ガス通路 21 中の全圧を増大させる。

【0064】

このように、前記着火ポイント(1)からプロセスポイント(2)まで様々な経路でガス流量および全圧を変化する実験を行った結果、図 9 中、前記ポイント(1)～(7)で囲まれた領域においては、前記全圧およびガス流量を変化させても、いったん着火されたプラズマは消滅することがないのが確認されている。

【0065】

なお、先にも説明したように、ポイント(4)およびポイント(6)、従ってポイント(4)からポイント(5)までの経路、およびポイント(6)からポイント(7)までの経路は、使われる CVD 装置のコンダクタンスバルブ 13B の設計および真空ポンプ 13 の能力により決定されるもので、前記コンダクタンスバルブ 13B の最大コンダクタンスを増大させ、あるいは真空ポンプ 13 の能力を増大させると前記ポイント(4)からポイント(5)への経路は大流量側にシフトする。また前記コンダクタンスバルブ 13B の最小コンダクタンスを減少させ、あるいは真空ポンプ 13 の能力を低下させると前記ポイント(6)からポイント(7)への経路は高圧側にシフトする。

【0066】

また前記プロセスポイント(2)は、効率よくプラズマクリーニングが実行できる既知の条件のいずれかに設定することが可能である。

【0067】

すなわち、前記プロセスポイント(2)において、例えば前記 Ar/NF₃混合ガス中の NF₃濃度を 80% まで増大させることにより、熱酸化膜に対して毎分 2000 nm のクリーニング速度を実現することが可能である。この場合には、前記着火ポイント(1)からプロセスポイント(2)までの間に前記 Ar/NF₃混合ガス中における NF₃濃度を変化させる必要がある。このような場合であっても、いったんプラズマが着火するとプラズマは維持されることが確認されている。

【0068】

このようにしてプロセスポイント(2)に到達した後は、通常のクリーニング工程を行うことが可能である。なお、図1のCVD装置10ではクリーニングは、前記リモートプラズマ源16Cとして使われるトロイダル型のプラズマ発生装置20においてプラズマ着火が生じた時点から開始されていることに注意すべきである。

【0069】

図9において着火ポイント(1)からプロセスポイント(2)へ移行する場合に、前記Ar/NF₃混合ガス中のArガスとNF₃ガスの混合比は固定しても変化させてもよい。その際、本発明ではプラズマ着火が生じた直後からクリーニングが開始されているため、前記Ar/NF₃混合ガス中のNF₃濃度を着火ポイント(1)からプロセスポイント(2)へ移行する間に増加させるのみならず、必要に応じて低減させることも可能である。

【0070】

また、図1のCVD装置10において、前記トロイダル型プラズマ発生装置20をリモートプラズマ源16Cとして使い、前記処理容器11中において熱酸化膜やCVD酸化膜など絶縁膜のプラズマエッチング、あるいはW膜やTi膜などの金属膜のプラズマエッチング、さらにはTiN膜など導電性窒化膜のプラズマエッチングやポリシリコン膜のプラズマエッチングを行うことができる。

【0071】

さらに本実施例においては図1のCVD装置10において、図10に示すように前記NF₃ガス源16Aに能力の異なる複数の質量流量コントローラ16a, 16bを設け、これらをバルブにより切り替えて使うことも可能である。図10では、同様に、Arガス源16Bにも、能力の異なる複数の質量流量コントローラ16c, 16dが設けられており、これらがバルブにより切り替えて使われる。

【0072】

そこで、例えば図9の着火ポイント(1)から最初に質量流量コントローラ16aによりAr/NF₃混合ガス流量が経路Cに沿って増大しており、前記経路C上のポイント(8)において質量流量コントローラ16aからより大容量の質量流

量コントローラ 16b に切り替える場合を考えると、前記質量流量コントローラの切り替えに伴って一時的に流量および全圧がポイント (9) まで低下する場合があるが、より大容量の質量流量コントローラ 16b を駆動することにより、経路 C 上のポイント (10) に戻ることができる。その際、本実施例によれば、前記ポイント (9) が図 9 中に示したプラズマ維持領域内位置している限り、ポイント (1) で着火したプラズマが消滅することはない。

【0073】

さらに前記復帰後のポイント (10) は前記経路 C 上に限定されるものではなく、前記ポイント (8) よりも流量が大きい範囲内で前記プラズマ維持領域内の任意の点に選ぶことができる。

【0074】

以上本発明を、トロイダル型プラズマ発生装置に Ar/NF₃ 混合ガスあるいは Ar/F₂ 混合ガスを供給してプラズマを形成する場合を例に説明したが、本発明においてプラズマ発生装置はトロイダル型プラズマ発生装置に限定されるものではなく、本発明は図 2 (A) ~ (E) あるいは図 3 に示した他のプラズマ発生装置においても適用可能である。また本発明において、プラズマ形成のために供給される希釈ガスは Ar に限定されるものではなく、本発明は He, Ne, Kr, Xe などの希ガス、あるいは H₂O, O₂, H₂, N₂, C₂F₆ などを使った場合でも成立する。さらに本発明で使われるクリーニング/エッチングガスは NF₃ あるいは F₂ に限定されるものではなく、他のハロゲン化合物ガス、さらには CH₃COOH など、CH₃COO 基を含む化合物を使うことも可能である。

【0075】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の要旨内において様々な変形・変更が可能である。

【0076】

【発明の効果】

本発明によれば、プラズマ着火時にガス圧を低減させることにより、ハロゲン化合物を含んだガスであっても低い電圧でプラズマ着火をすることが可能になる

。これにより、これにより、プラズマ着火の瞬間の大きなインピーダンス変化に起因して生じる大きな電圧オーバーシュートの発生、およびこれによる駆動電源あるいは電極、コイルなどの破損が回避される。本発明では、このようにしてプラズマが着火した後、プラズマを維持したまま、所定のプロセス条件までガス圧を増大させることにより、所望のクリーニングプロセスあるいはエッチングプロセスを効率よく実行することが可能になる。

【0077】

本発明によれば、ハロゲン化合物を含んだガスに対してプラズマが着火されるため、特に枚葉処理工程のように、プラズマを頻繁に断続する工程の場合、プラズマを着火するたびにハロゲン化合物を含むガスをパージする必要がなくなり、クリーニングあるいは基板処理のスループットが大きく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

リモートプラズマ発生装置を備えた従来のCVD装置の構成を示す図である。

【図2】

(A)～(E)は、様々なリモートプラズマ源の例を示す図である。

【図3】

基板処理装置の処理容器中に組み込まれる平行平板型プラズマ源の例を示す図である。

【図4】

本発明におけるプラズマ着火条件の探索例を示す図である。

【図5】

本発明において発見された、 NF_3 ガスを含むプラズマの着火領域を示す図である。

【図6】

本発明において発見された、 F_2 ガスを含むプラズマの着火領域を示す図である。

【図7】

本発明の原理を示す図である。

【図 8】

本発明によるプラズマクリーニングプロセスを示す図である。

【図 9】

図 8 における着火工程からクリーニング工程までの移行経路の例を示す図である。

【図 10】

本発明のプラズマクリーニングプロセスで使われる、ガス源における質量流量制御装置の切り替え構成を示す図である。

【符号の説明】

- 10 CVD装置
- 11 処理容器
- 12 サセプタ
- 13 真空ポンプ
- 13A 遮断バルブ
- 13B コンダクタンスバルブ
- 14 シャワーヘッド
- 15 原料ガス供給系
- 15A～15C 原料ガス源
- 15VA～15VC バルブ
- 16 クリーニングモジュール
- 16A クリーニングガス源
- 16B Arガス源
- 16a～16d 質量流量コントローラ
- 16C リモートプラズマ源
- 16VA～16VC バルブ
- 20 ICP型プラズマ発生装置
- 21 プラズマ容器
- 22 コイル
- 23 高周波電源

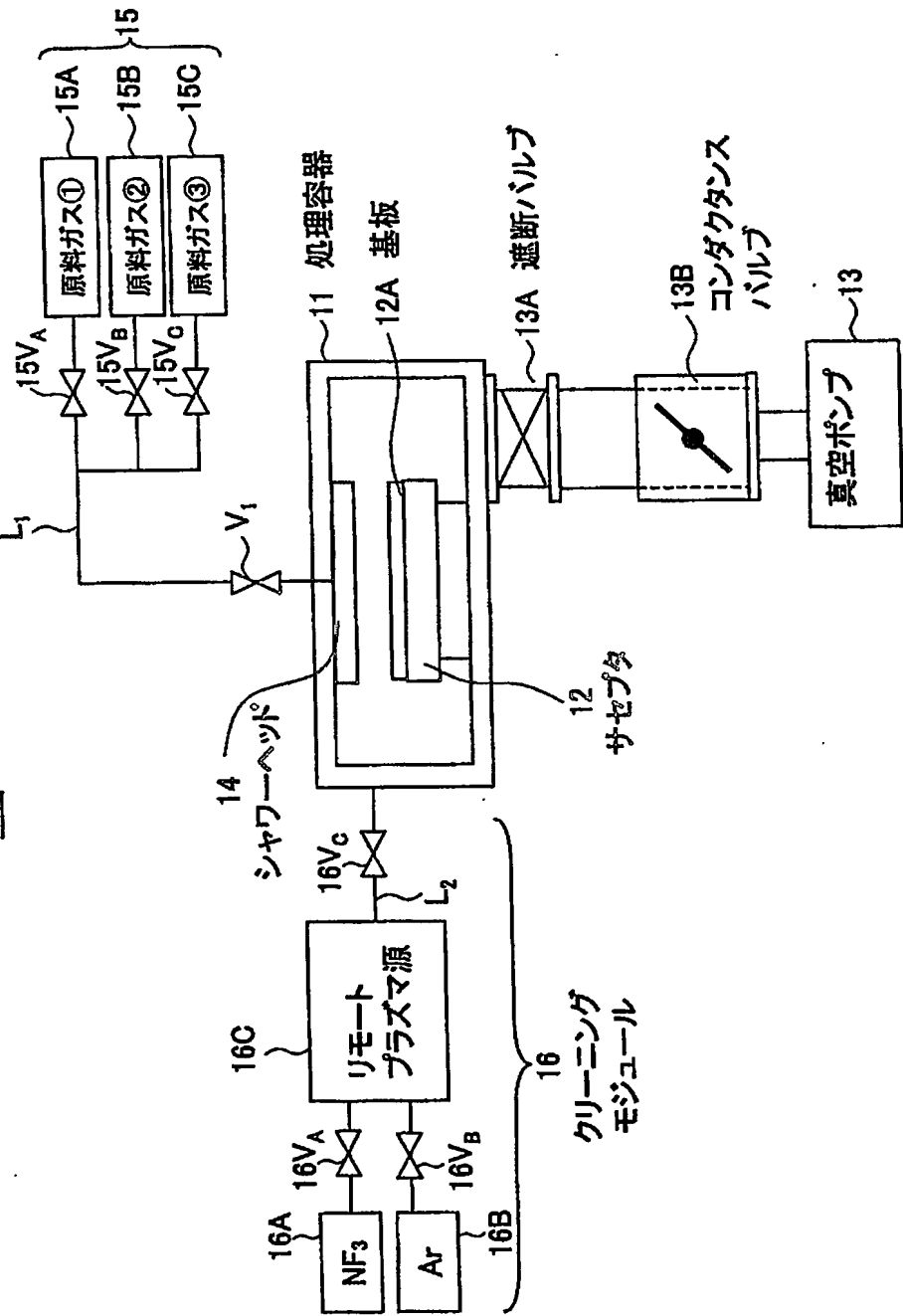
- 3 0 E C R 型 プラズマ 発生 装置
- 3 1 プラズマ 容器
- 3 2 磁石
- 3 3 マイクロ波 電源
- 4 0 ヘリコン波型 プラズマ 発生 装置
- 4 1 プラズマ 容器
- 4 2 ループアンテナ
- 4 3 高周波 電源
- 4 4 磁石
- 5 0 マイクロ波共振器型 プラズマ 発生 装置
- 5 1 マイクロ波共振器
- 5 2 マイクロ波 電源
- 6 0 トロイダル型 プラズマ 発生 装置
- 6 1 ガス 通路
- 6 1 A ガス 入口
- 6 1 B ガス 出口
- 6 2 高周波 コイル
- 7 0 平行平板型 プラズマ 発生 装置
- 7 1 プラズマ 容器
- 7 1 A, 7 1 B 電極
- 7 2 高周波 電源
- L 1 原料 ガス ライン
- L 2 クリーニング ガス ライン

【書類名】

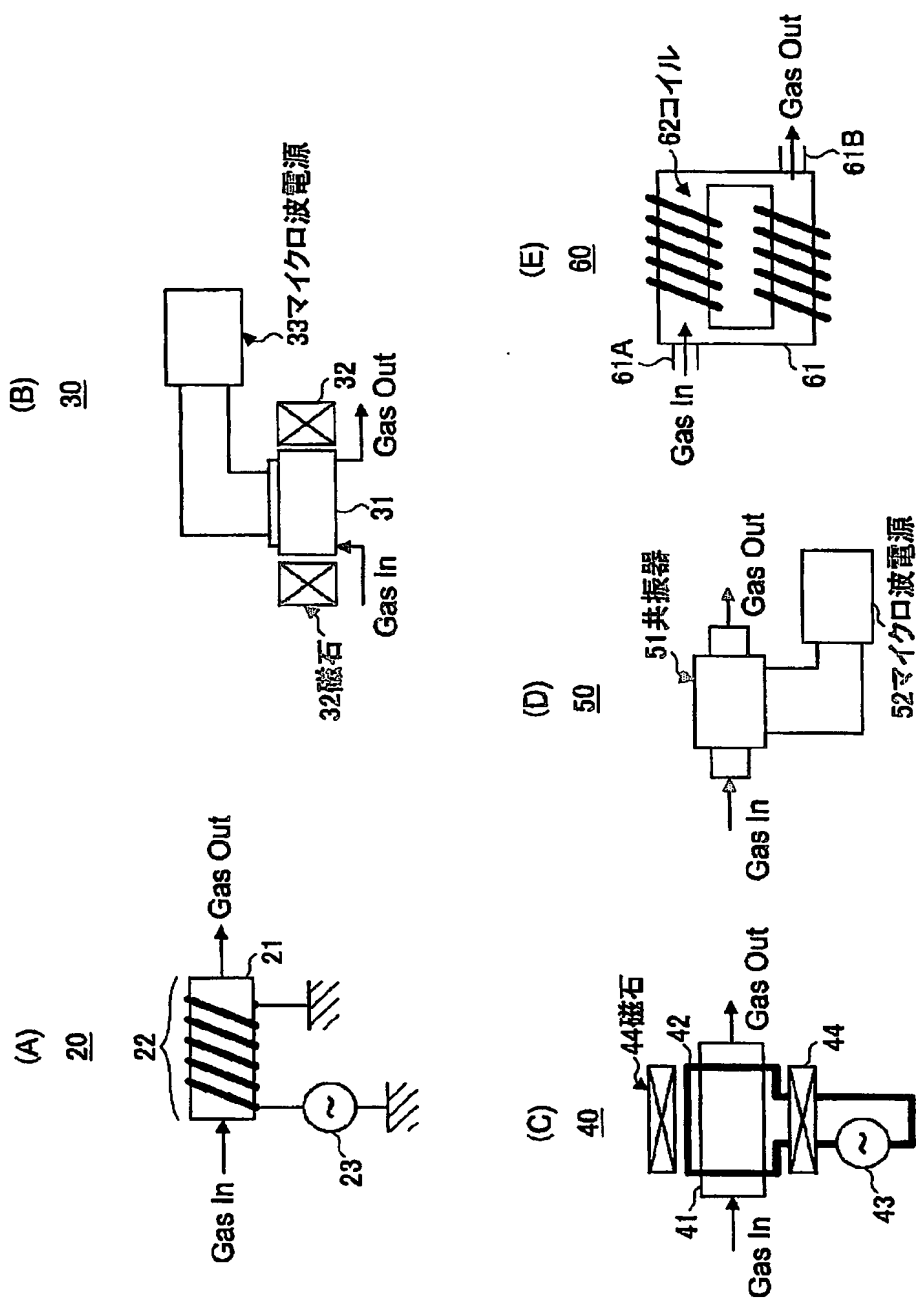
図面

【図1】

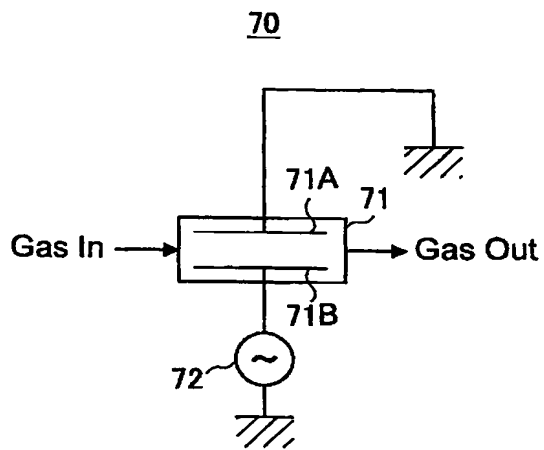
10



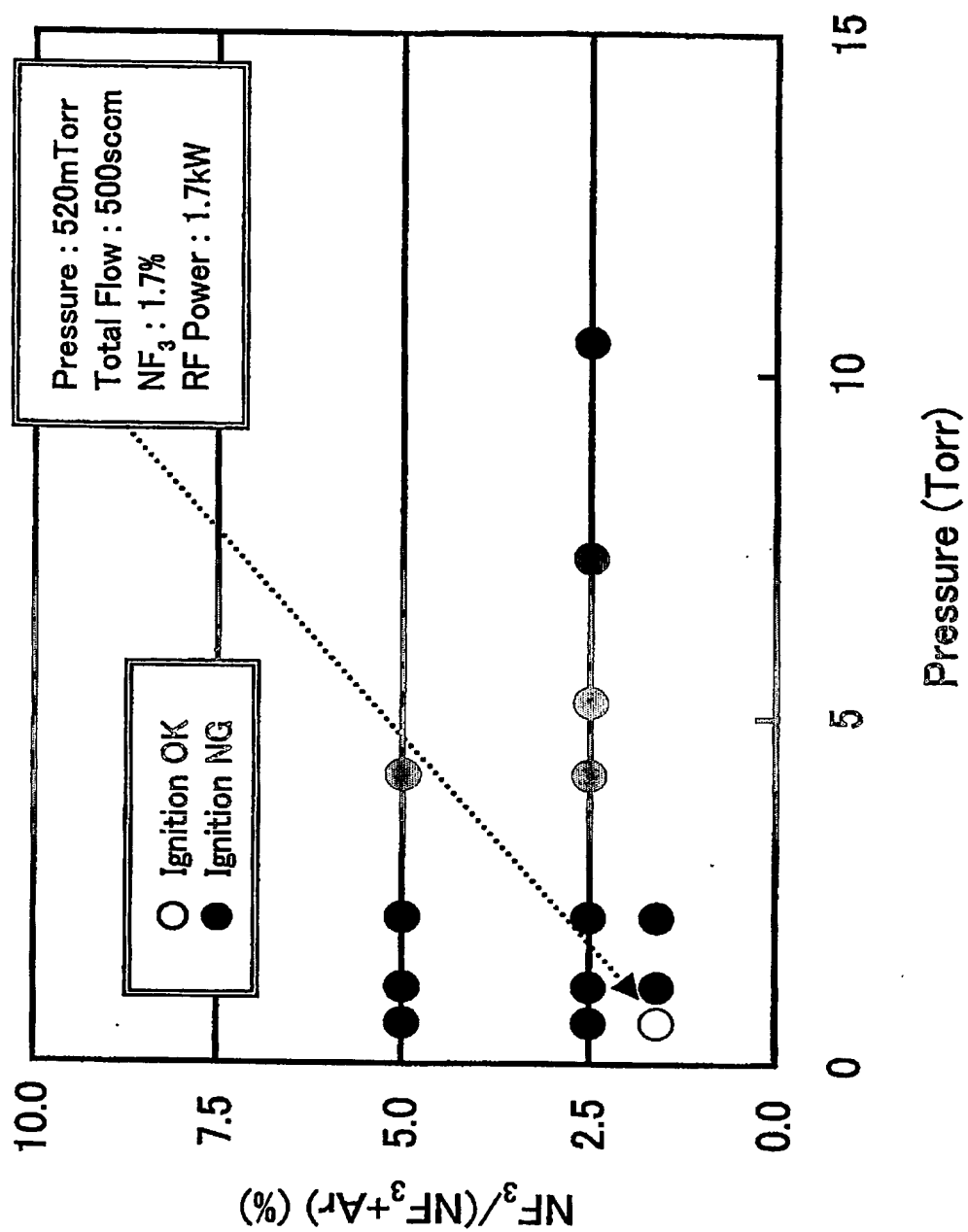
【図 2】



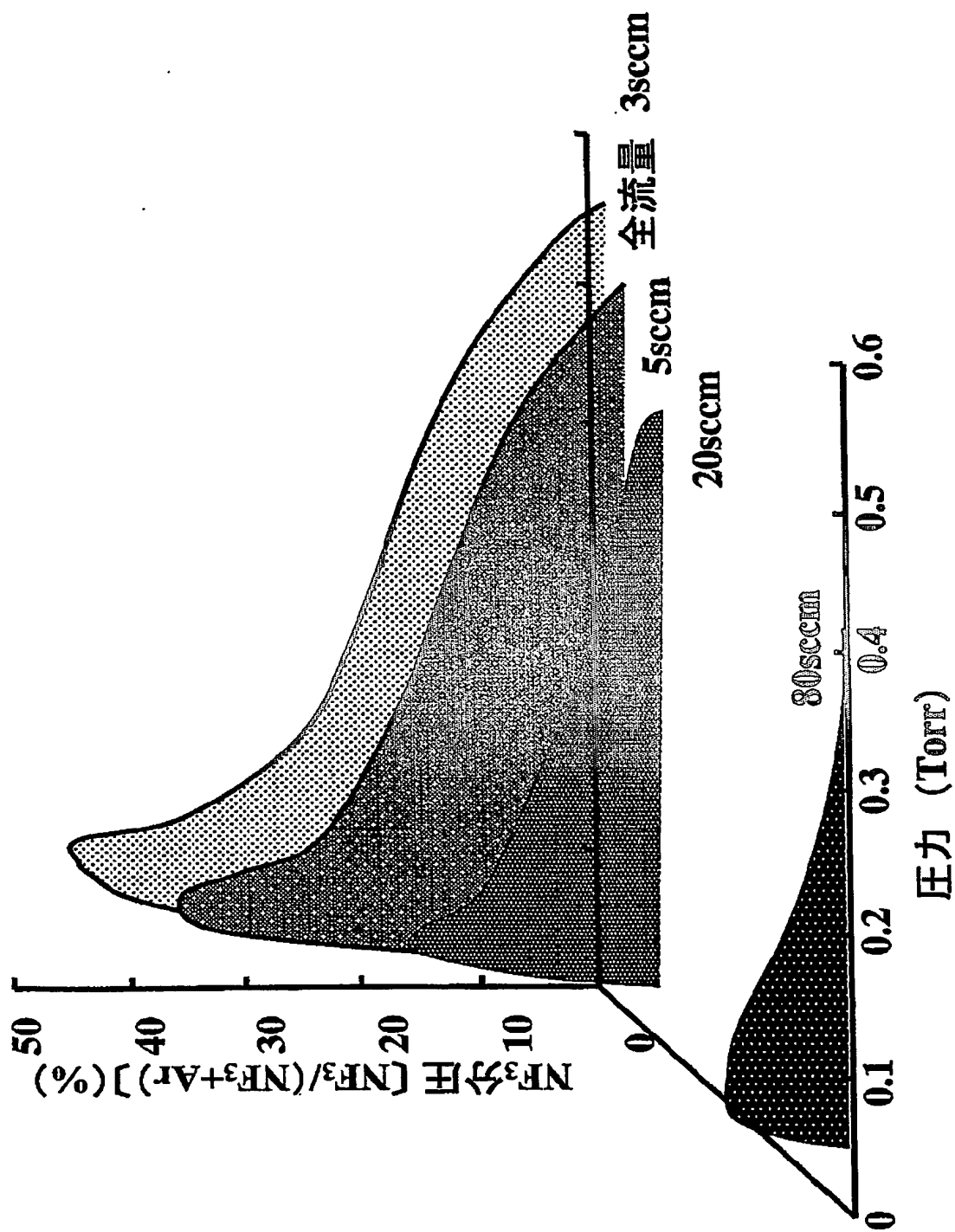
【図 3】



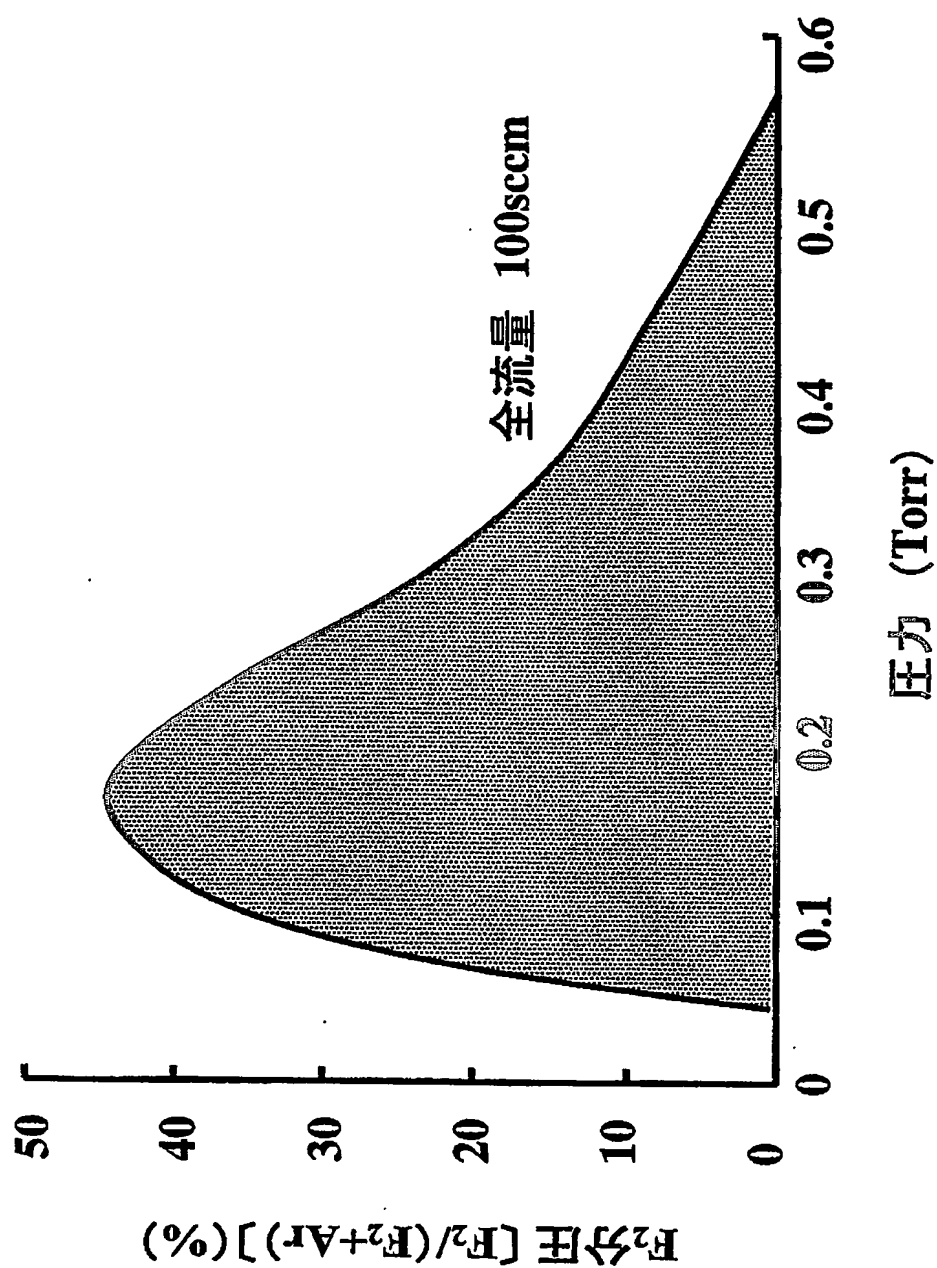
【図 4】



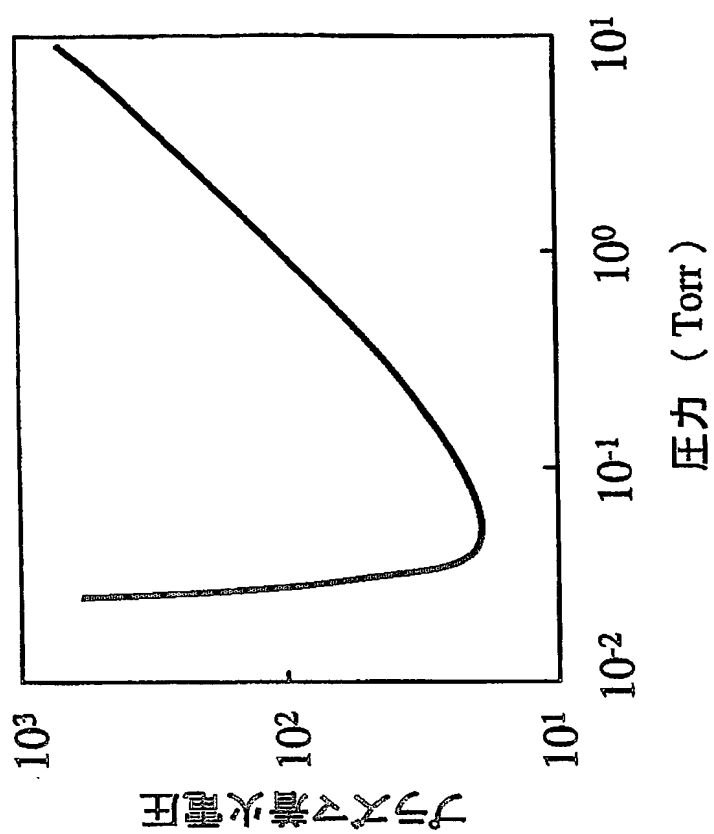
【図5】



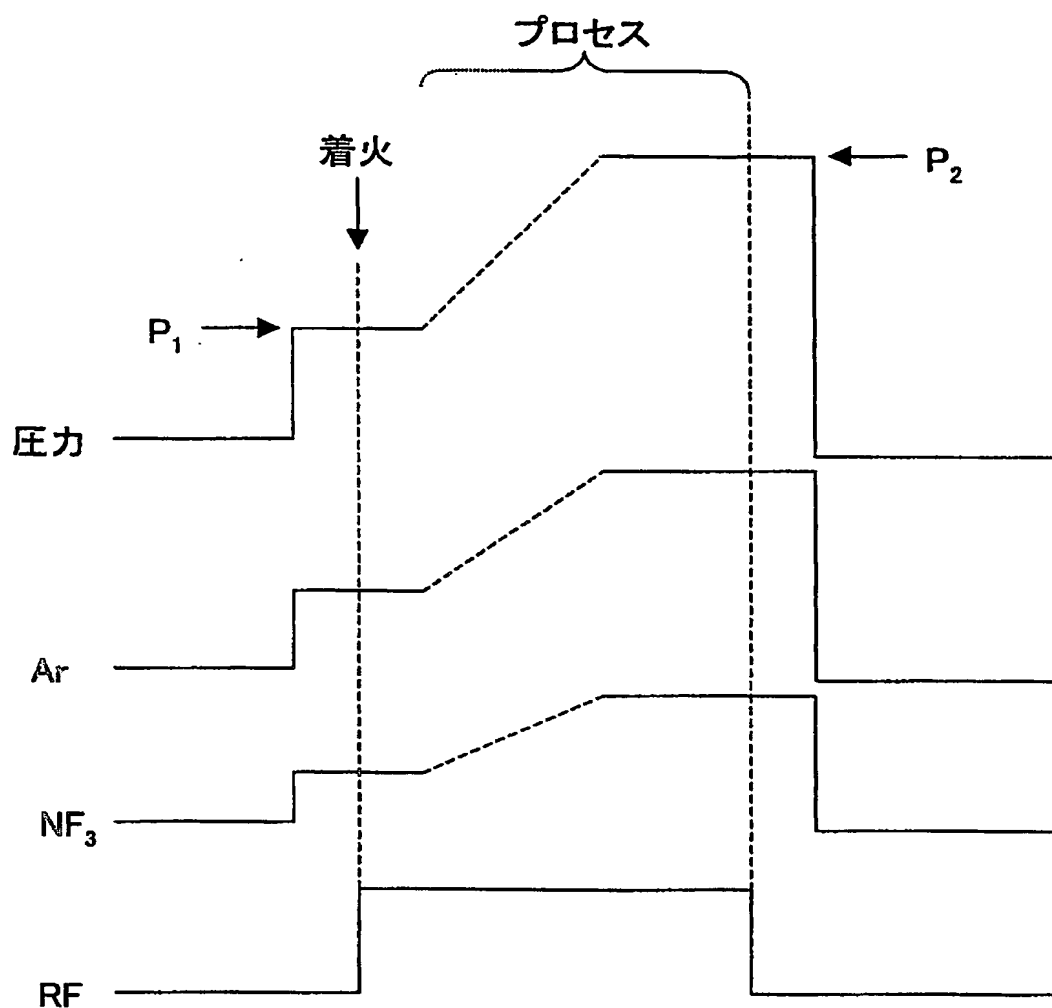
【図 6】



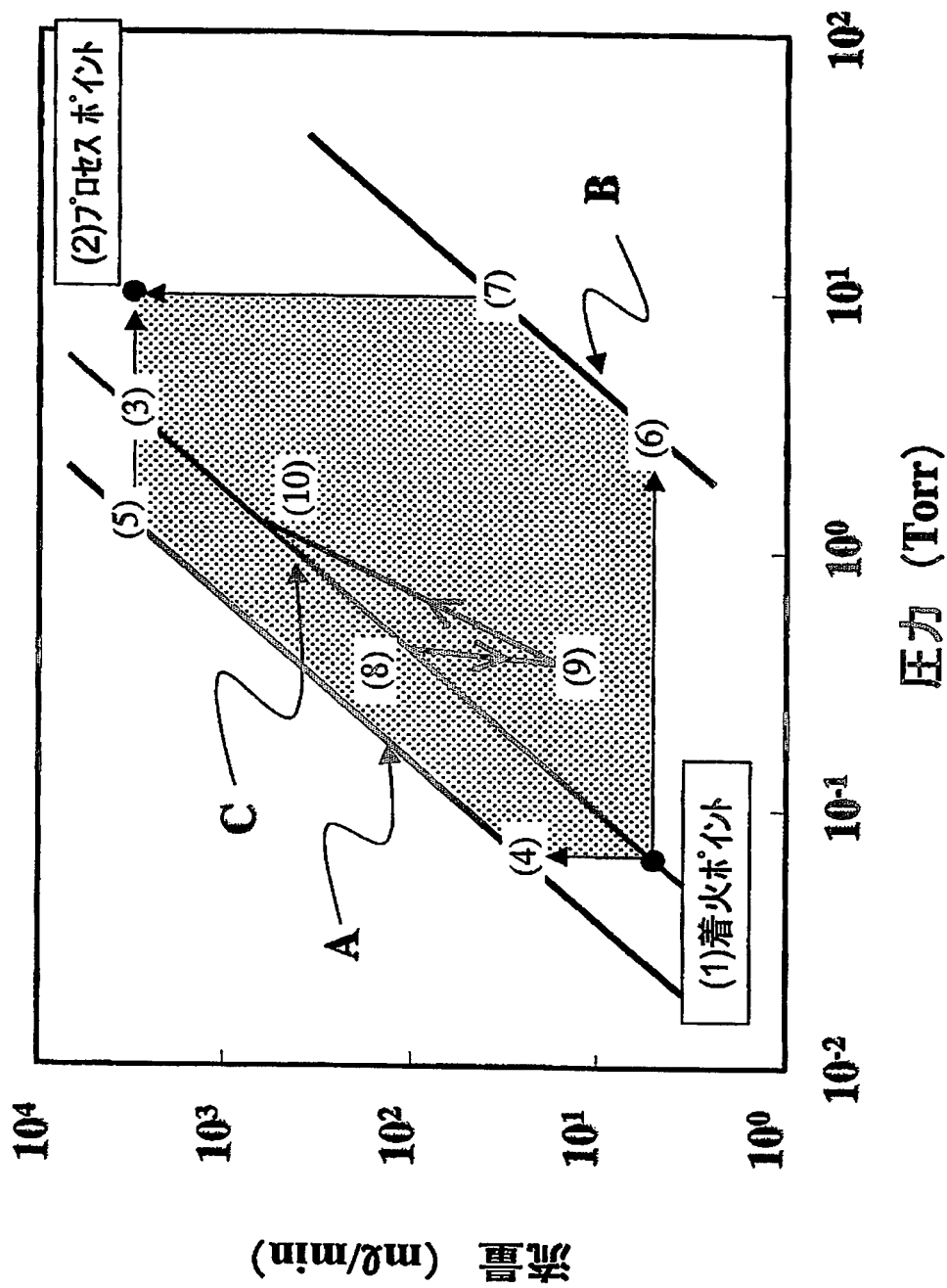
【図 7】



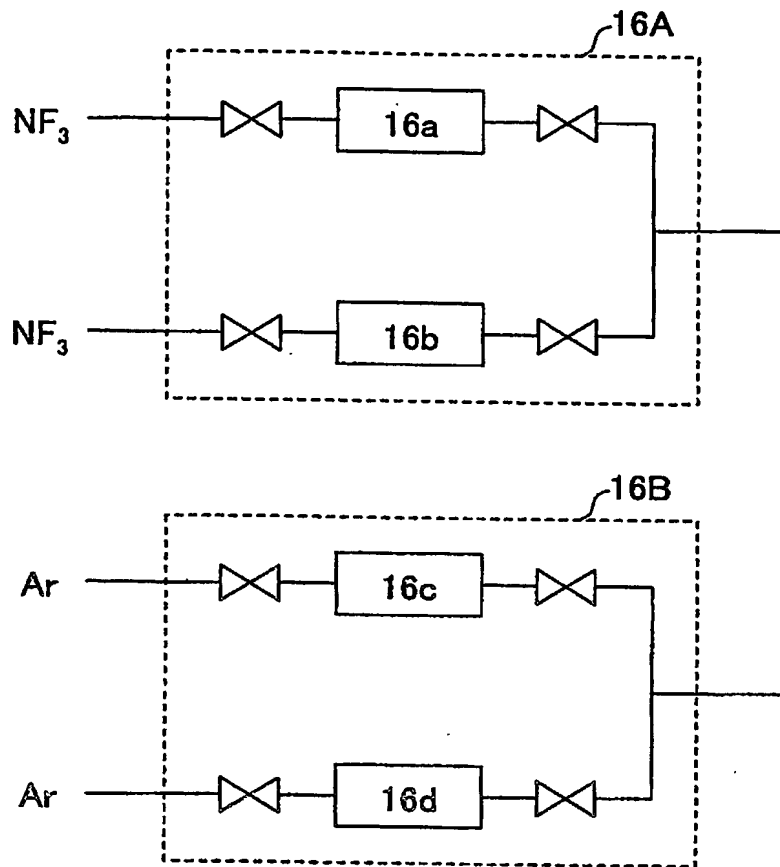
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハロゲン化合物を含むクリーニングガスにプラズマを着火し、クリーニングを行う。

【解決手段】 プラズマ発生装置に希ガスとハロゲンガスの混合ガスを、所定のクリーニングプロセスで使われる所定の圧力よりも低い圧力で導入し、プラズマを着火する。さらにその後、前記混合ガスの圧力を前記所定の圧力まで増大する。

【選択図】 図 8

特願 2 0 0 3 - 1 8 5 1 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 1 9 9 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社